

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年12月19日

出願番号
Application Number:

特願2000-384641

出願人
Applicant(s):

株式会社富永製作所



2001年11月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3096155

【書類名】 特許願

【整理番号】 1717

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C02F 1/46

【発明者】

 【住所又は居所】 横浜市瀬谷区瀬谷 1 - 2 0 - 1 3

 【氏名】 竹迫 清之

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京南両町 8 8 番地 株式会社富永製作所内

 【氏名】 大横田 茂

【特許出願人】

 【識別番号】 000154152

 【氏名又は名称】 株式会社富永製作所

【代理人】

 【識別番号】 100102060

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山村 喜信

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 027029

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9501005

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電解水生成方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体から電解水を生成する電解水生成装置を用いて、オゾンを含んだ電解水を生成する生成方法であって、

前記電解水生成装置は、互いに近接していることで 2 枚の板状電極の間に当該板状電極に沿って形成された流路と、前記両板状電極の間に直流電圧を印加する直流電源と、前記板状電極の極性を交互に切り替える制御回路とを備え、

前記極性を切り替える時間 T を下記の式(10)で定義される時間の範囲に設定した電解水の生成方法

$$0.5(\text{sec}) \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots(10)$$

V : 前記流路における液体の流速 (cm/sec)

L : 液体の流れ方向についての板状電極の長さ (cm)。

【請求項 2】 請求項 1 において、
前記切替時間 T を 0.5 秒～60秒に設定した電解水生成方法。

【請求項 3】 液体から電解水を生成する電解水生成装置であって、
電解槽と、
前記電解槽内に液体を圧送する導入部と、
前記電解槽内に配置された第一電極板と、
前記第一電極板に対面して前記電解槽内に配置された第二電極板と、
前記第一電極板と前記第二電極板との間に電位差が生ずるように、両電極板に直流電圧を印加するための直流電源と、
前記板状電極の極性を交互に切り替える制御回路と、
前記電解槽内で生成された電解水を前記電解槽内から導出する導出管とを備え、

前記第一電極板が前記第二電極板に対して近接していることで両電極板の間に当該電極板に沿った流路が形成され、

前記極性を切り替える時間 T を 0.5 秒～60秒に設定することができるようにした電解水生成装置。

【請求項 4】 請求項 3 において、

前記両電極のうち、一方の電極は、複数の貫通孔が形成された孔有電極板であり、他方の電極は貫通孔を有していない無孔電極板である電解水生成装置。

【請求項 5】 液体から電解水を生成する電解水生成装置であって、

電解槽と、

前記電解槽内に液体を圧送する導入部と、

前記電解槽内に配置された第一電極板と、

前記第一電極板に対面して前記電解槽内に配置された第二電極板と、

前記第一電極板と前記第二電極板との間に電位差が生ずるように、両電極板に直流電圧を印加するための直流電源と、

前記電解槽内で生成された電解水を前記電解槽内から導出する導出管とを備え

前記第一電極板が前記第二電極板に対して近接していることで両電極板の間に当該電極板に沿った流路が形成され、

前記両板状電極は、流れ方向に沿って、交互に無孔板部と孔有板部とを備え、かつ、無孔板部と孔有板部とが互いに対向するように配置されている電解水生成装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、洗浄効果および殺菌効果を有する電解水の生成に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、洗浄水として電解水が着目されている。たとえば、特開 2 0 0 0 - 3 1 7 4 1 4 号の生成装置は、多数の孔を形成した陰電極板と、孔のない陽電極板とを互いに対向させ、両電極板に沿って水を流す。これにより、洗浄効果を持つ電解水が生成される。

【 0 0 0 3 】

一方、特開平 6 - 2 7 7 3 8 5 号の装置では、陽電極と陰電極との間で長い迷路状の流路を形成し、当該流路に沿って水を流す。これにより、電解水を生成すると共に、オゾンが発生させ、殺菌効果を持つ電解水を生成する。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、これらの先行技術では、偶発的にオゾンが発生するので、オゾンの濃度を高めるのが難しい。

したがって、本発明の目的は、洗浄効果を有し、かつ、オゾン濃度の高い電解水を生成する方法および装置を提供することである。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明方法は、液体から電解水を生成する電解水生成装置を用いて、オゾンを含んだ電解水を生成する生成方法であって、前記電解水生成装置は、互いに近接していることで 2 枚の板状電極の間に当該板状電極に沿って形成された流路と、前記両板状電極の間に直流電圧を印加する直流電源と、前記板状電極の極性を交互に切り替える制御回路とを備え、前記極性を切り替える時間 T を下記の式(10)で定義される時間の範囲に設定したことを特徴とする。

$$0.5(\text{sec}) \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

V : 前記流路における液体の流速 (cm/sec)

L : 液体の流れ方向についての板状電極の長さ (cm)

【 0 0 0 6 】

一方、本第 1 発明装置は、液体から電解水を生成する電解水生成装置であって、電解槽と、前記電解槽内に液体を圧送する導入部と、前記電解槽内に配置された第一電極板と、前記第一電極板に対面して前記電解槽内に配置された第二電極板と、前記第一電極板と前記第二電極板との間に電位差が生ずるように、両電極板に直流電圧を印加するための直流電源と、前記板状電極の極性を交互に切り替える制御回路と、前記電解槽内で生成された電解水を前記電解槽内から導出する導出管とを備え、前記第一電極板が前記第二電極板に対して近接していることで

両電極板の間に当該電極板に沿った流路が形成され、前記極性を切り替える時間 T を 0.5 秒～60秒に設定することができるようにしたことを特徴とする。

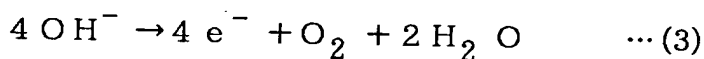
【 0 0 0 7 】

本発明において、「板状電極」とは、液体の流れる貫通孔を有していない無孔電極板や、液体の流れる多数の貫通孔を有する孔有電極板の他に、金属網などを含むことを意味する。

【 0 0 0 8 】

水の分子は水素結合によりクラスター（複数個の分子が凝集して形成される分子の集合体）を形成し、巨大分子のような振る舞いをしているといわれている。しかし、水を電気分解すると、次の(1),(2),(3)式に示す化学反応により、水の分子は酸素ガス、水素ガス及び新たな水分子を生成する。

【 0 0 0 9 】



【 0 0 1 0 】

このような化学変化を行うことで、クラスターは破壊される。これにより、水の表面張力は減少して界面活性効果が増大し、汚れ物質に対する浸透性が高まる。更に、生成された電解水には、水素ガスや酸素ガス等の微細な気泡を豊富に含んでいるため、キャビテーション（発生した気泡が核になって、無数の真空に近い微小空洞が発生し、これが崩壊する時に衝撃力を発生する）の作用により、汚れの原因である付着物質を洗浄対象物から剥離しやすくする。

なお、電気分解により、水道水の表面張力は 0.0722N/m から 0.0716N/m 程度まで低下し得ることが確認されている。

【 0 0 1 1 】

本発明においては、水または水溶液を原水（液体）として用いる。ここで、前記(1)～(3)式の化学反応を得るには原水に導電性が必要であり、したがって、原水自体にイオンが含まれている必要から、「水」としては純水（蒸留水）やイオン交換水を用いることも可能であるが、一般に、水道水や井戸水を用いること

ができる。また、水溶液としては食塩やクエン酸を添加した水溶液を採用することもできる。

【 0 0 1 2 】

水の電気分解量は電極に流れる電流値に比例する。したがって、強力な電気分解を行うためには、電流値をできる限り大きくする必要がある。そこで、本発明では、印加電圧をあまり上げずに電流を大きく取るために、電極間の間隙を小さくする。前記電極間の間隔は一般に 3.0mm以下とするのが好ましく、より好ましくは 0.5mm～2 mm程度とする。かかる観点から、複数の電極ユニットを設けて、電極の面積を大きくするのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

第一電極板と第二電極板とは、互いに概ね平行にかつ対面して配置し、これにより、前記電極間の間隔が略一定となるようにして、電極板の表面が均等に電気分解に寄与するようにする。

なお、「対面」とは、2枚の電極板の間に隔膜が設けられていないことを意味する。

【 0 0 1 4 】

一方、電極間の間隙を小さくしたことにより、前記間隙内に原水が流れ込み難くなってしまう。そこで、本発明では、一方の電極板に多数の貫通孔を設けて、電極間の流路に水が流入し易い構造とするのが好ましい。更に、原水を孔有電極板の貫通孔に向かわせる方向規制手段を設け、電極間の流路に水が流入するようにするのが好ましい。かかる方向規制手段としては、導入管に多数のノズルを設けるのが好ましい。

【 0 0 1 5 】

水が2枚の電極板の間の流路に入り込むと、この水は気泡と共に流路内を流れ、他の孔や2枚の電極板の上方の間隙から流れ出る。したがって、前記気泡を含んだ水が流れ易いように、2枚の電極板は水平に配置するのではなく、鉛直面ないし斜めに傾いた面に沿って配置するのが好ましい。

【 0 0 1 6 】

水を電気分解した時には、水素ガスと酸素ガスの微細な気泡が発生する。この

ように発生した微細な気泡が核になって、無数の真空に近い微小空洞が発生し、この微小空洞が崩壊する時に衝撃力が発生する。かかる現象はキャビテーションと云われ、前記気泡が崩壊する際のエネルギーが洗浄作用として有効に働く。

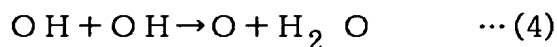
なお、殺菌に必要な水中オゾン濃度は1 mg/L程度で十分である。一般に腸内菌は0.01mg/L、ウイルスは1mg/L、芽胞菌は2mg/Lの水中オゾン濃度であれば、約1分で99%不活性化するといわれている。この程度の水中オゾン濃度であれば、酸化力は微弱であり、電解水生成装置や配管などを錆びさせるという問題も発生しない。

【 0 0 1 7 】

更に、無孔電極板および孔有電極板により水の電気分解を行い、当該電極板の極性を反転させると、次のような現象でオゾンガスが発生し易くなるものと推測される。

【 0 0 1 8 】

今、無孔電極板の電位を高くすると、次の(4)、(5)式に示す化学反応に従って、無孔電極板の表面にOHラジカルが発生して酸素原子が生成され、この酸素原子同士が結合することによって酸素分子が生成される。



【 0 0 1 9 】

すなわち、前記(3)式の化学反応式で示したように、酸素分子（酸素ガス）が生成される。この無孔電極板の表面で発生した酸素分子は、流水と共に電極間の狭い流路から出ようと、孔有電極板の貫通孔に向かうため、孔有電極板の貫通孔の近傍において酸素分子の濃度が高くなる。

【 0 0 2 0 】

このような状態において、電極板の電位を反転（交番）させて、孔有電極板の電位を高くすると、孔有電極板上でOHラジカルが発生して酸素原子が生成される。この孔有電極板は、(5)式の化学反応式に従って酸素分子を発生するが、前述したように貫通孔の近傍には既に酸素分子が集まっているので、更に酸素分子の濃度が高くなる。そのため、次の(6)式に示すように、酸素原子が直接酸素分

子と結合し易くなり、オゾンの発生する確率が高くなると推測される。



すなわち、無孔電極板と孔有電極板の極性を、適切な時間間隔で切り替えて交番させることにより、オゾン (O_3) の濃度を高くすることができると考えられる。

【 0 0 2 1 】

前述のように、電極板の電位を交番させる代わりに、流水が流れる流路の電極板の形状が無孔から孔有へ、更に孔有から無孔に変化すれば、電位を交番させる必要はない。

【 0 0 2 2 】

すなわち、本第 2 発明装置は、液体から電解水を生成する電解水生成装置であって、電解槽と、前記電解槽内に液体を圧送する導入部と、前記電解槽内に配置された第一電極板と、前記第一電極板に対面して前記電解槽内に配置された第二電極板と、前記第一電極板と前記第二電極板との間に電位差が生ずるように、両電極板に直流電圧を印加するための直流電源と、前記電解槽内で生成された電解水を前記電解槽内から導出する導出管とを備え、前記第一電極板が前記第二電極板に対して近接していることで両電極板の間に当該電極板に沿った流路が形成され、前記両板状電極は、流れ方向に沿って、交互に無孔板部と孔有板部とを備え、かつ、無孔板部と孔有板部とが互いに対向するように配置されていることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

ところで、電極板に印加する電位差を切り替えずに、水を電気分解しても、前述の従来例のように、微量のオゾンが発生すると考えられる。しかし、その際には、陰電極板にカルシウムやマグネシウム等を成分とする水酸化物質のスケールが少しずつ析出して次第に電流が流れ難くなり、電気分解の効率が低下し、やがて、オゾンが殆ど発生しなくなる。

【 0 0 2 4 】

逆に、前記切り替えまでの時間がある程度短いと、電極にスケールが析出する前に極性が切り替わるので、前記貫通孔がなくても、すなわち、2 枚の無孔電極

板に直流電圧を印加し、その極性を交番させても、オゾンがある程度発生し易くなると推測される。また、同様に 2 枚の孔有電極板に交番する直流電圧を印加しても、オゾンが発生し易くなると推測される。

【0 0 2 5】

【発明の実施形態】

以下、本発明の実施形態を図面にしたがって説明する。

図 1、図 2 および図 3 は、電解水生成装置の第一実施形態を示す。

電解槽 1 の中には一対の電極ユニット U が設けてある。各電極ユニット U は、それぞれ、無孔電極板（第一電極板）2 と、多数の貫通孔 5 を有する 2 枚の孔有電極板（第二電極板）4 とを備えている。孔有電極板 4，4 は、所定の間隔 Δ を設けて無孔電極板 2 の 2 つの面に対し対面するように配設されている。電解槽 1 の中には孔有電極板 4 に対向するように、電解槽 1 の下部に導入管 20 が接続されている。更に、電解槽 1 の底面部には上端が開口した導入管 21 が配設されている。電解槽 1 の上方には、生成された電解水を吐出するための導出管 22 が配設されている。

【0 0 2 6】

前記導入管 20 には孔有電極板 4 の表面に向って水を噴出する多数のノズル 8 が穿設されており、導入管 20，21 から水を電解槽 1 内に圧送すると、前記導入管 21 の上端およびノズル 8 から孔有電極板 4 に向けて水が吐出される。このように水が吐出されることにより、吐出された水が貫通孔 5 を通って無孔電極板 2 と孔有電極板 4 との間に流れ込む。この流れ込んだ水は、前記間隔 Δ で形成される流路 6 を通って両電極板 2，4 に沿って上方に流れたり、あるいは、他の貫通孔 5 から流れ出る。

なお、導入管 20 の上端は閉塞している。

【0 0 2 7】

図 2 の各電極ユニット U の構造について説明する。

図 3 に示すように、無孔電極板 2 と孔有電極板 4 との間には、複数個の第一絶縁スペーサー 21 が介挿されている。一対の電極ユニット U，U の間には、複数本の長い第二絶縁スペーサー 28 が配設されており、複数の絶縁ボルト 23 で各

電極板 2, 4 が所定の間隔に保つように組立てられている。孔有電極板 4 は、導電性のスペーサー 25 を介して、導電性のボルト 26 で第二電極接続ロッド 27 に固定されている。無孔電極板 2 は導電性スペーサー 32 を挟持した状態で第一電極接続ロッド 31 に導電性ボルト 33 によって固定されている。

【 0 0 2 8 】

今、電解槽 1 の中に水が満たされ、導出管 22 から水が吐出されている状態で、孔有電極板 4 と無孔電極板 2 に電圧が印加されると、水は電気分解されて両電極板 2, 4 から酸素ガスおよび水素ガスが発生する。これらのガスは、孔有電極板 4 の多数の貫通孔 5 や前記流路 6 を通って電解槽 1 の上方に向って上昇し、生成された電解水とともに導出管 22 を通して導出される。

【 0 0 2 9 】

水圧による導入管 20 の各ノズル 8 からの吐出圧力差が生じないように、導入管 20 の側面に設けられた多数のノズル 8 の総面積は、導入管 20 の断面積よりも大きく設定しておくことが好ましい。

導入管 20, 21 から孔有電極板 4 に向けて吐出された後、電気分解で生成された水や発生ガスが原水中に均一に混ざるように、電解槽 1 内に攪拌用のフィンなどの攪拌装置を内蔵させることも有効である。

【 0 0 3 0 】

図 1 (b) では孔有電極板 4 同士を結線し、無孔電極板 2 同士を結線し、一つの電源で直流電圧を印加している。しかし、各電極板の間隙 Δ や表面状態の違い等により、両電極ユニット U, U に流れる電流値が互いに異なる場合がある。そのため、それぞれ独立に且つ定電圧電源を接続し、各電極ユニットにおいてほぼ同量の電気分解が行えるように、電圧調整できる機能を設けておくのが好ましい。

【 0 0 3 1 】

更には、各電極ユニットで同量の電気分解するように、定電圧電源ではなく定電流電源を使用すれば、電圧調整の必要もなくなり一層好ましい。導出管 22 又は導入管 20, 21 に流量センサ（図示せず）を設け、導入管 20, 21 から電解槽 1 内に水が供給されたことを流量センサが検知した時のみ、電極ユニット U

への印加を行うようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

孔有電極板 4 の多数の貫通孔 5 は、流路 6 に水が流入しやすく、発生した水素ガスや酸素ガスを電極の間隙から逃がすためのものである。したがって、貫通孔 5 の形状は、丸穴、長穴、十字穴、角穴の他にスリット状の長孔などでもよく、たとえば孔有電極板 4 としてはエキスパンドメタルを使用しても良い。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、電気回路のブロック図の一例を示す。

この図に示すように、無孔電極板 2 および孔有電極板 4 には、切替回路 5 0 を介して、直流電源 5 1 が接続されている。前記切替回路 5 0 には制御回路（マイコン） 5 2 が接続されている。該制御回路 5 2 はタイマ 5 3 を内蔵していると共に、流量検知回路 5 4 および設定器 5 5 に接続されている。

【 0 0 3 4 】

前記設定器 5 5 は、両電極 2, 4 の極性を切り替える時間 T を入力するためのものであり、当該設定器 5 5 から設定された切替時間 T は制御回路 5 2 に記憶される。前記流量検知回路 5 4 は、電解槽 1 から流出する水の流量（電解槽 1 内に流入する水の流量）を検出するためのセンサ 5 6 を含む。

【 0 0 3 5 】

今、電解槽 1 内に水道水が供給され、流量検知回路 5 4 から制御回路 5 2 に流量信号が出力されると、前記制御回路 5 2 が切替回路 5 0 を制御して、無孔電極板 2 および孔有電極板 4 に、それぞれプラスおよびマイナスの電圧を印加する。前記制御回路 5 2 は前記設定時間 T が経過すると、切替回路 5 0 により印加電圧の極性を切り替えて、無孔電極板 2 および孔有電極板 4 に、それぞれマイナスおよびプラスの電圧を印加する。こうして、両電極板 2, 4 には、設定時間 T ごとに互いに極性の異なる電圧が交互に印加される。

【 0 0 3 6 】

図 5 (a) は、図 1 ～図 3 の電解水生成装置を用いて本発明者が実際に測定した水中オゾンの濃度を示すものである。

無孔電極板 2 と孔有電極板 4 で対向する面は、横 100 mm、縦 200 mm であり

、直流電源 5 1 を電極ユニット U、U に印加して流した電流は 24 A とした。この時、常に 24 アンペアの一定の電流が流れるように、直流電源 5 1 としては定電流電源を使用した。電解槽の直径は 150 mm である。水の流量は、3.5 リットル／min に設定した。設定時間 T を 2.5 , 5, 10, 15, 20, 25, 30 (秒) に設定して印加電圧を切り替えた。その結果を図 5 (a) に示す。図 5 (a) からオゾン濃度を 0.2 mg / L 以上とするには、切り替え時間を 2.5 秒以上で、かつ 20 秒以下に設定する必要があることが分かる。

【 0 0 3 7 】

オゾン濃度を高めるには、両電極板 2, 4 で発生する酸素分子と酸素原子とを十分に反応させる必要がある。しかし、切り替え時間が 2.5 秒以下の場合においてオゾン濃度が低いのは、孔有電極板 4 よりも無孔電極板 2 の電位が高い時に、無孔電極板 2 で発生する酸素分子の濃度が十分に高くないうちに両電極板 2, 4 の印加電圧が反転したためであると推定される。

【 0 0 3 8 】

一方、切り替え時間が 20 秒以上の場合においてオゾン濃度が低いのは、無孔電極板 2 で発生する酸素分子の濃度は十分に高くなるが、印加電圧の切り替えのタイミングが遅すぎて、発生した酸素分子の多くがオゾン化しないまま導出管 2 2 より吐出されたためであると推定される。

これは、電極板の長さで電解槽 1 内の水の上昇速度との関係が影響していると考えられる。すなわち、無孔電極板 2 で発生した酸素分子は、孔有電極板 4 との間の流路 6 を上昇し、孔有電極板 4 の貫通孔 5 から出て行く。そのため、無孔電極板 2 で十分に発生した酸素分子が、孔有電極板 4 の貫通孔 5 に到達した時に、両電極板 2, 4 の印加電圧を反転させるのが好ましい。

【 0 0 3 9 】

仮に、電極板の上下の長さに対して 1 / 2 の長さを水が上昇した時に印加電圧が切り替わるように設定すると、水が電極ユニット U の上半分まで移動する間に、電極ユニット U の孔有電極板 4 の下半分で発生していた酸素分子の殆どは、電極ユニット U の外に流出する。そのため、オゾンが発生する条件である酸素分子の濃度が低くなり、つまり、オゾン発生濃度が低くなる。したがって、電極板の

上下長さに対して少なくとも $1/3$ 以下の長さを水が上昇する間に印加電圧を反転するように切り替えるのが好ましい。

【 0 0 4 0 】

電解槽 1 内の水の上昇速度を $V \text{ cm/秒}$ 、電極板の上下長さを L 、切り替え時間を T 秒とすると、上述のように電極板の上下長さに対して $1/3$ 以下の長さを水が上昇する間に印加電圧を反転するように切り替えるためには、 $VT \leq L/3$ の条件を満足させる必要がある。

図 5 (a) の測定条件より、 $V = 0.33 \text{ cm/sec}$ 、 $L = 20 \text{ cm}$ であるから、切り替え時間 T は、計算上 $T \leq 20.2$ 秒となり、測定結果の $T \leq 20$ 秒とほぼ一致する。

【 0 0 4 1 】

前述したように、無孔電極板 2 で十分に酸素分子を発生させるためには、切り替え時間 T は最低 2.5 秒以上必要であることから、 $T \geq 2.5$ 秒も満足させるのが好ましい。また、 $T \leq 20$ 秒とするのが好ましい。したがって、電極切り替え制御を行って、オゾン濃度を高めるためには、電解槽 1 内の水の上昇速度を $V \text{ cm/秒}$ 、電極板の上下長さを L 、切り替え時間を T 秒としたとき、次の (8)、(9) 式の両者を満足させるのが好ましい。

$$VT \leq L/3 \quad \dots (8)$$

$$T \geq 2.5 \text{ 秒} \quad \dots (9)$$

すなわち、式 (8) と (9) から、切り替え時間 T は (10) 式を満たすのが好ましい。

$$2.5 \text{ 秒} \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

【 0 0 4 2 】

これらの結果から切替時間 T は、本実施形態では 2.5 秒～20 秒程度が最も好ましいが、流路や両電極板 2, 4 の形状、あるいは、流速が変化すると、これらの値も変化するので、一般に、切替時間 T が 0.5 秒～60 秒程度であればオゾン濃度を高めることができると推測される。その一方で、切替時間 T を 5 秒～15 秒程度に設定するのが最も好ましい。

【 0 0 4 3 】

図5 (b) は、均一に尿石を付着させたガラスに、3種類の水を3.5 リットル／分の流速で5分間放水して、ガラス面に付着していた尿石がどの程度洗浄できるかを測定した結果を示すものである。使用した水には、脱残留塩素した水道水と図5 (a) の測定で使用した電解水生成装置により生成した電解水を使用した。更に、前記電解水は無孔電極板2を孔有電極板4の電位よりも高い電圧を印加して生成した電解水と、無孔電極板2と孔有電極板4の電位を10秒毎に反転切り替えして生成した電解水を使用した。

【0044】

図5 (b) から明らかなように、10秒毎に無孔電極板2と孔有電極板4の電位を反転切り替えして生成した電解水を使用した場合、最も尿石洗浄率が高かった。これは、水の電気分解により生成した電解水の洗浄効果に加え、オゾンによる尿石に対する酸化作用の働きが加わった結果と推測される。

【0045】

更に、本発明者は、図5 (b) で説明した尿石付着ガラスの洗浄率測定に使用したのと同じ3種類の水を使用して、殺菌効果の測定も行った。ただし、水道水には残留塩素が含まれているため、残留塩素の影響をなくするために脱残留塩素水を使用した。勿論、電解水生成装置に使用した水も、脱残留塩素した水道水を使用した。殺菌効果を確認するための試験対象菌として、大腸菌、レジオネラ菌を使用した。大腸菌はトリプトソイ寒天培地で培養し、レジオネラ菌は特定培地 (WY0α) 寒天培地で培養し、イオン交換水1cc中の菌数が100万個以上になるように菌の汚染水を作った。この菌の汚染水を水道水、電極への印加電圧を切り替えずに生成した電解水、電極印加電圧を10秒毎に反転切り替えして生成した電解水から、それぞれ100cc採取し、菌の汚染水を1cc入れ、攪拌後5分間放置した。放置後、1ccを各々の培地に塗布し、大腸菌は25℃で96時間培養し、レジオネラ菌は37℃で96時間培養した後、コロニー数を計測した。

【0046】

その結果、脱残留塩素した水道水では全く菌数の減少はなく100万個以上であった。それに対し、大腸菌とレジオネラ菌については完全に殺菌され0個であ

った。即ち、明らかに殺菌効果を確認することができた。

従って、本発明の電解水生成装置は、一般の水道水や井戸水を使用することで、洗浄効果と殺菌効果を合わせ持った水を生成することができる。

【0047】

なお、本発明において、洗浄対象用途としては、O157対策で問題になっている水耕栽培用のカイワレ大根の種子洗浄、穀類や野菜洗浄、カット野菜の洗浄、厨房関係の食器や容器の洗浄、病院関係の器具洗浄、内視鏡の洗浄、尿を分析するための蓄尿機の洗浄、リネン類の洗浄、産業用部品の洗浄、トイレの便器やその配管洗浄など幅広く対応できる。

また、本発明の電解水生成装置で生成した電解水の浸透性と殺菌性をいかして、豆腐製造工程における大豆の浸漬工程中に雑菌の繁殖を防止できる浸漬水としての用途としても効果を発揮する。

【0048】

ところで、前記切り替え時間Tは必ずしも一定にする必要はなく、図4(b)のように、互いに異なる第1および第2の切り替え時間T1, T2を設定するようにしてもよい。本発明では、各電極板の極性を切り替えた後に、再び元の極性に戻すまでの時間Tw、つまり1サイクル $T_w = (T_1 + T_2)$ で設定してもよく、この場合Twは1秒～120秒に設定する必要がある、好ましくは、5秒～40秒に設定する。

また、前記第一実施形態では、タイマの設定時間により各電極板の極性の切り替えを制御したが、本発明では、定電流を使用せずに各電極板の電流値を検出する手段を設けて、各電極板にスケールが付着したことによる電流値の変化により各電極板の極性の切り替えを制御するようにしてもよい。さらに、電解槽内に流入する水の流量(流速)から計算により各電極板の極性の切り替えを制御するようにしてもよい。

【0049】

図6は第二実施形態を示す。

この図に示すように、電極ユニットUは、陽極である第一電極板11と陰極である第二電極板12とで構成されている。第一および第二電極板11, 12は、

それぞれ、流れ方向Fに沿って、交互に無孔板部40と孔有板部41とを備えている。第一および第二電極板11, 12は、それぞれの無孔板部40と孔有板部41とが互いに対向するように配設されている。本実施形態では、通常は電極板の極性は反転させず、逆洗時にのみ反転させる。

その他の構成は、図1で説明したものと同様であるため同一部分または相当部分に同一符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0050】

今、第一電極板11の電位を高くすると、第一電極板11の無孔板部40と孔有板部41の表面に酸素分子が生成される。無孔板部40で発生した酸素分子は、二点鎖線矢印で示すように、流水と共に孔有板部41の貫通孔5に向かう。そのため、この酸素分子が孔有板部41で生成される酸素原子と結合し易くなり、オゾンの発生する確率が高くなると推測される。

本第二実施例では、1つの電極板に無孔板部40と孔有板部41を形成したので、電極を切り替えることなくオゾンの濃度を高くすることができる。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の電解水生成装置は、強力に水を電気分解する装置であり、水のクラスターを破壊し、水の表面張力を下げ、界面活性効果を高める。更に、水素ガスや酸素ガス等の微細な気泡を豊富に含んだ電解水を生成するため、界面活性効果に加えてキャビテーションの作用も加わり、洗剤を使用しなくても優れた洗浄用水となる。

特に、本発明の電解水生成装置の電極印加電圧を所定時間の間隔で切り替えることで水中オゾン濃度を高めることができ、洗浄効果に加えて殺菌効果も併せ持った殺菌洗浄水となる。

なお、生成した電解水のpHは原水のまま中性を維持している。しかも新たに化学物質は全く添加していないため、環境にも優しい。

また、本発明の電解水生成装置で生成した電解水は、酸化還元電位が-100mVよりも十分に低く下がるため、洗浄装置や配管の錆びを防止し得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一実施形態にかかる電解水生成装置を示し、（a）は平面図、（b）は正面図である。

【図 2】

第一実施形態の電極ユニットの斜視図である。

【図 3】

同電極ユニットを示す分解組立図である。

【図 4】

（a）は第一実施形態の電解水生成装置にかかる概略構成図、（b）は切り替え時間の他の例を示すタイムチャートである。

【図 5】

（a）は第一実施形態の水中オゾン発生濃度を示すグラフ、（b）は尿石洗浄率を示すグラフである。

【図 6】

本発明の第二実施形態にかかる電極ユニットの概略正面図である。

【符号の説明】

1：電解槽

2：無孔電極板（第一電極板）

20，21：導入管（導入部）

22：導出管

4：孔有電極板（第二電極板）

40：無孔板部

41：孔有板部

5：貫通孔

51：直流電源

52：制御回路

6：流路

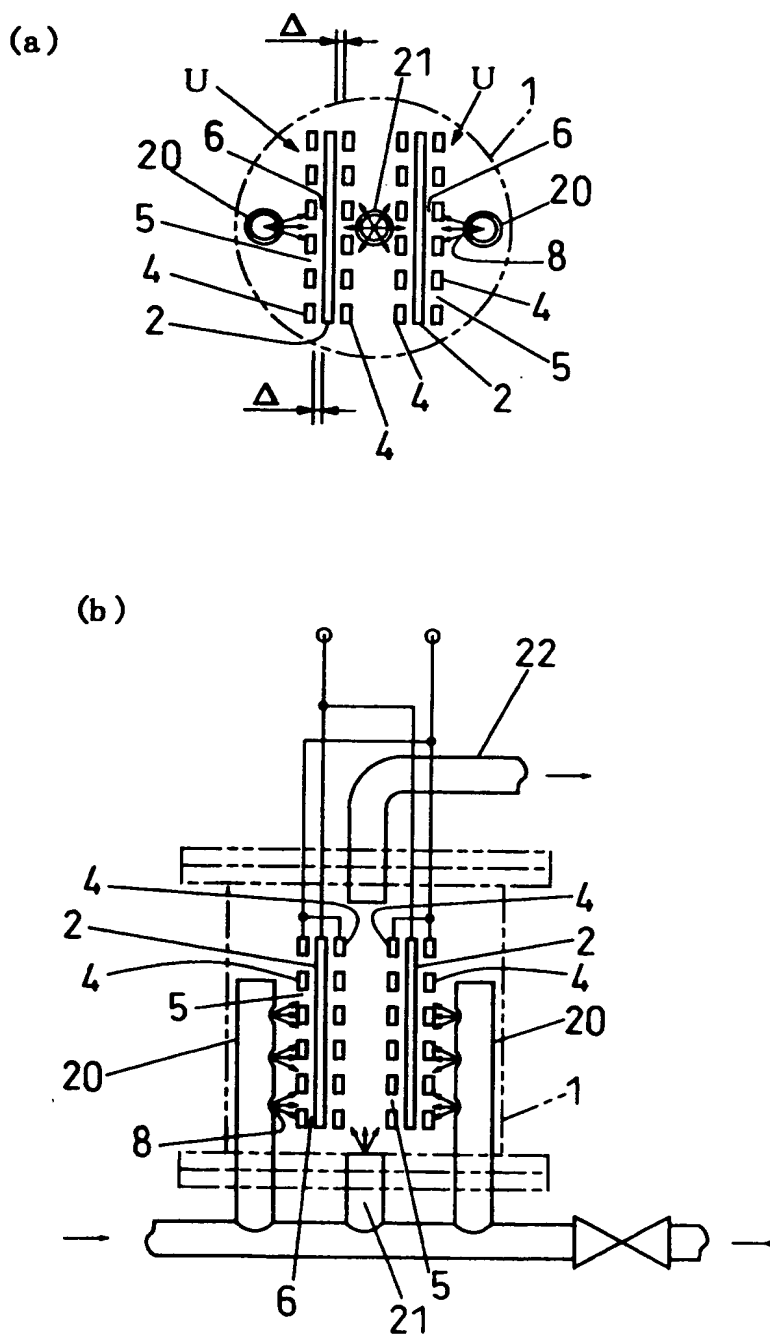
F：流れ方向

T：切り替え時間

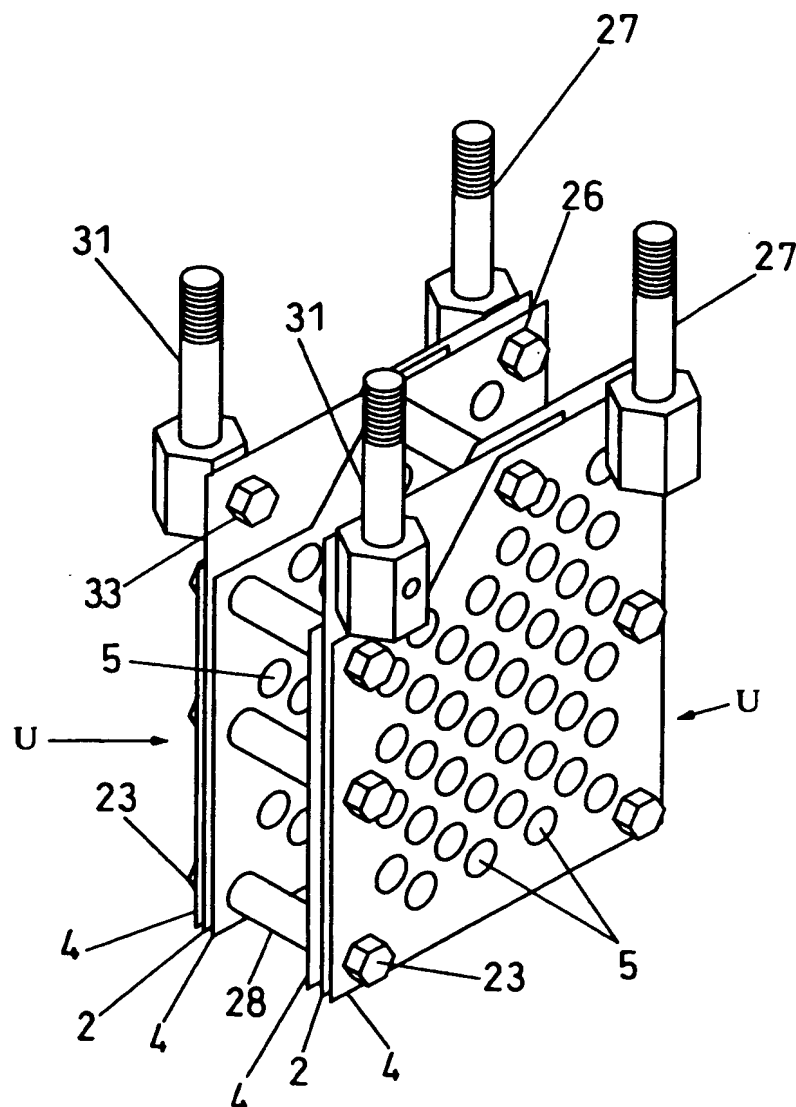
【書類名】

図面

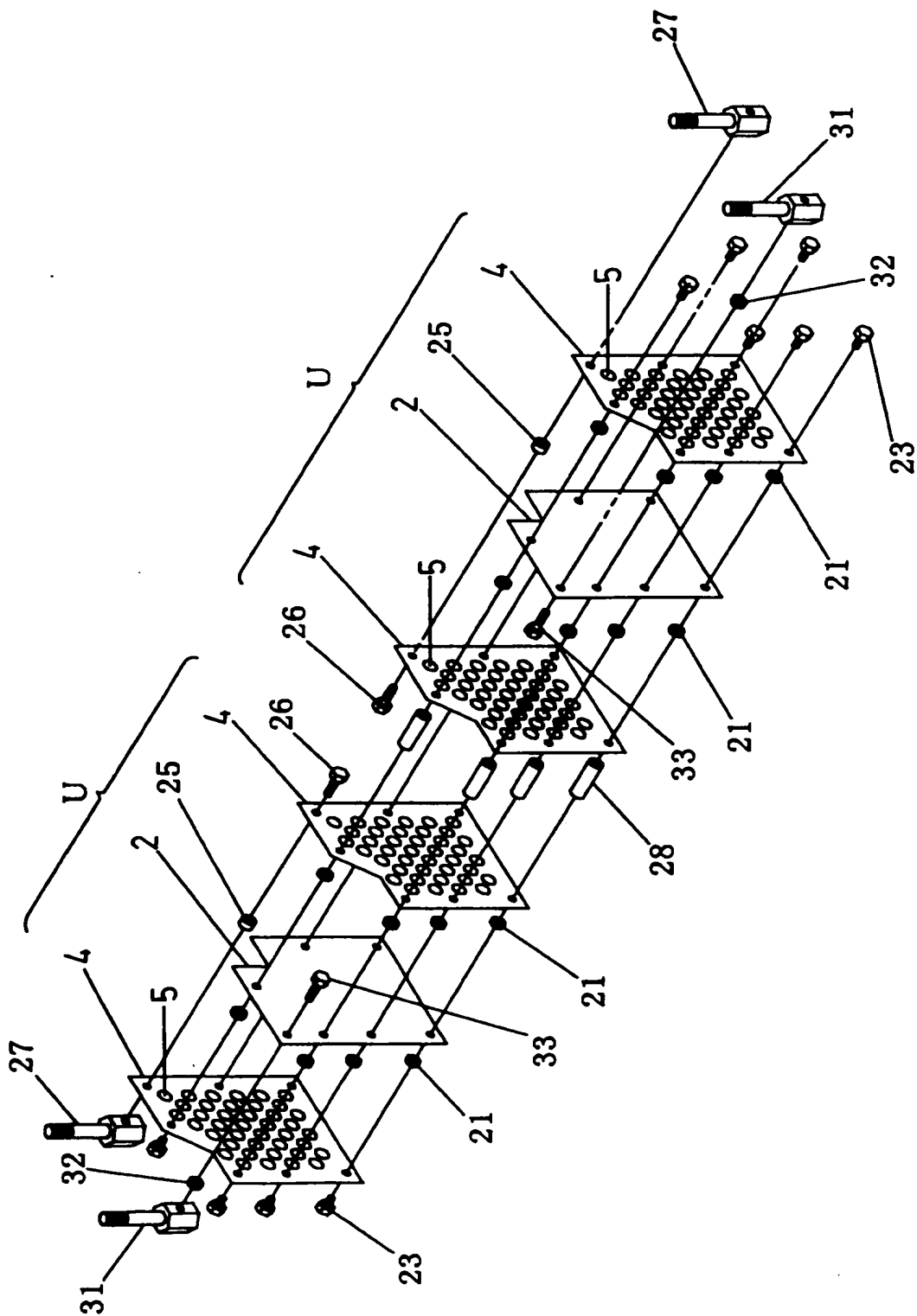
【図 1】



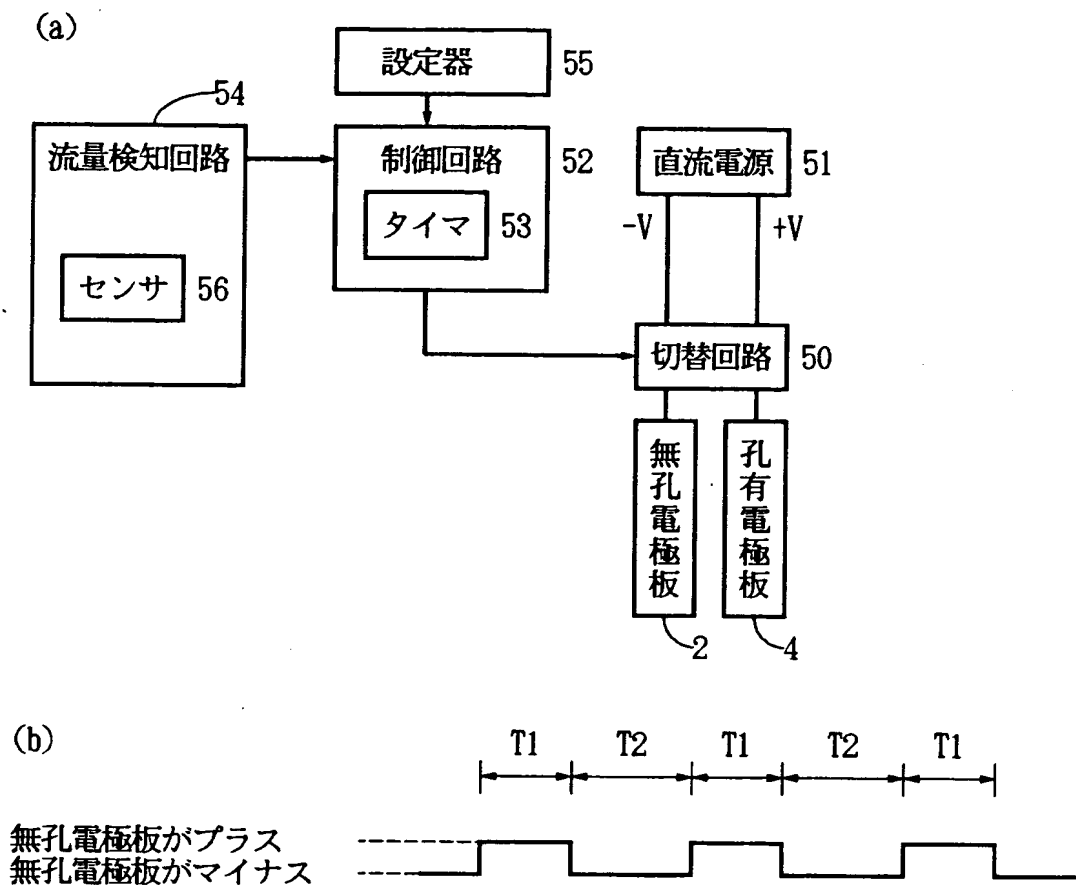
【図 2】



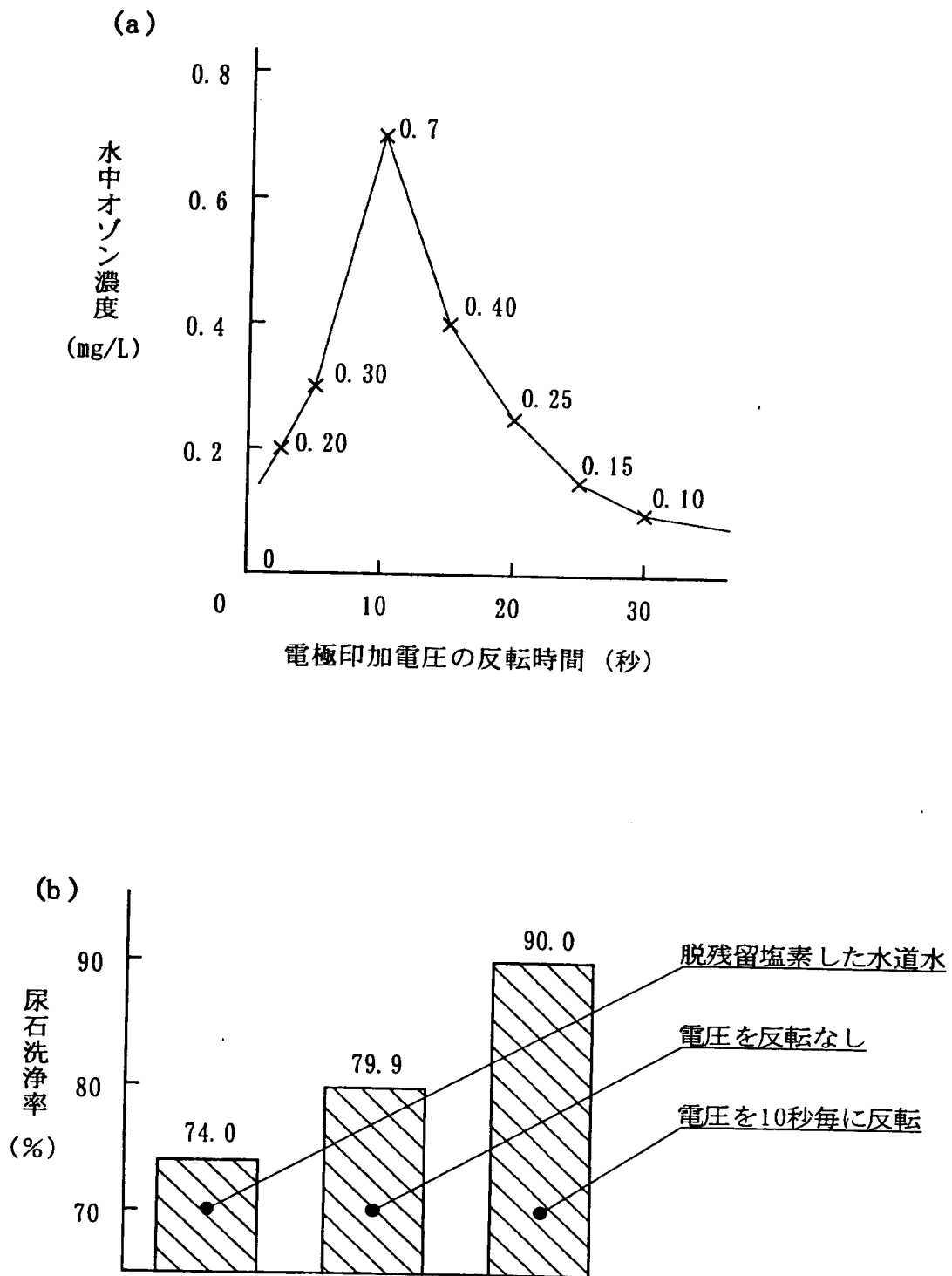
【図 3】



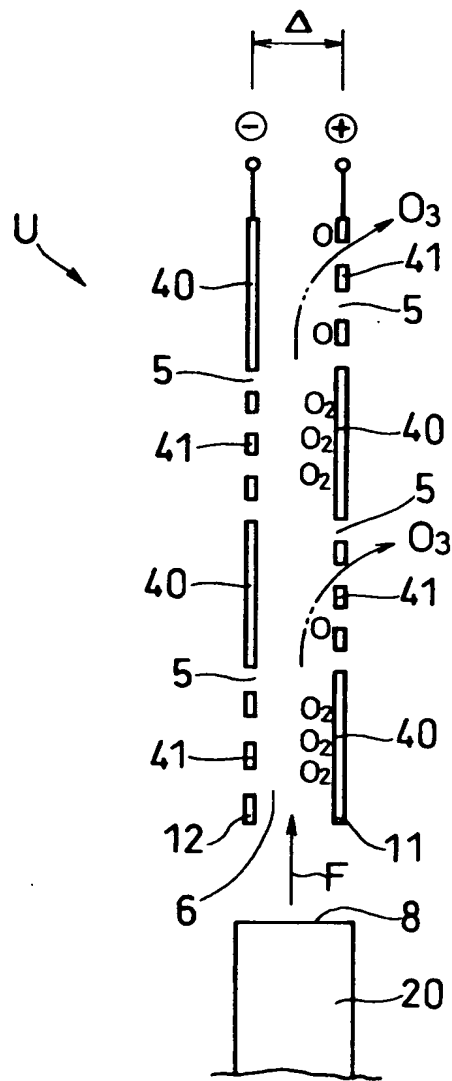
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 洗浄効果を有し、かつ、オゾン濃度の高い電解水を生成する方法および装置を提供する。

【解決手段】 液体から電解水を生成する電解水生成装置を用いた、オゾンを含んだ電解水の生成方法に関する。前記電解水生成装置は、互いに近接していることで 2 枚の板状電極 2, 4 の間に当該板状電極 2, 4 に沿って形成された流路と、前記両板状電極 2, 4 の間に直流電圧を印加する直流電源 5 1 と、前記板状電極の極性を交互に切り替える制御回路 5 2 とを備え、前記極性を切り替える時間 T を下記の式(10)で定義される時間の範囲に設定する。

$$0.5(\text{sec}) \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots(10)$$

V : 流路における液体の流速 (cm/sec)

L : 液体の流れ方向についての板状電極の長さ (cm)

【選択図】 図 4

特 2 0 0 0 - 3 8 4 6 4 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 8 4 6 4 1
受付番号	5 0 0 0 1 6 3 3 7 5 0
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 2 0 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年12月19日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 5 4 1 5 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市中京区西ノ京南両町 8 8 番地

氏 名 株式会社富永製作所

J1046 U.S. PTO
10/021842
12/13/01

VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Motoki OBA
(insert translator's name)

of Koei Bldg., 2-2, Ekimae 3-chome, Ibaraki-shi, OSAKA, JAPAN
(translator's address)

declare as follows:

1. That I am well acquainted with both the English and Japanese languages, and
2. That the attached document is a true and correct translation made by me to the best of my knowledge and belief of the specification of Japanese Patent Application No. 2000-384641.

December 4, 2001
(Date)

Motoki Oba
(Signature of translator)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: December 19, 2000

Application Number: 2000-384641

Applicant(s): TOMINAGA MFG. CO.

November 2, 2001

Commissioner,
Japan Patent Office

Kouzou OIKAWA (Official Seal)

[SORT OF DOCUMENT] Patent Application

[ORDER NUMBER] 1717

[TO] Commissioner, Japan Patent Office

[INTERNATIONAL PATENT CLASSIFICATION] C02F 1/46

[INVENTOR]

[ADDRESS] 1-20-13, Seya, Seya-ku, Yokohama Japan

[NAME] Kiyoyuki TAKESAKO

[INVENTOR]

[ADDRESS] c/o TOMINAGA MFG. CO. 88, Nishinokyominamiryo-machi,
Nakagyo-ku, Kyoto Japan

[NAME] Shigeru OYOKOTA

[APPLICANT]

[DISCRIMINATION NUMBER] 000154152

[NAME] TOMINAGA MFG. CO.

[ATTORNEY]

[DISCRIMINATION NUMBER] 100102060

[PATENT ATTORNEY]

[NAME] Yoshinobu YAMAMURA

[INDICATION OF FEE]

[ADVANCE LEDGER NUMBER] 027029

[AMOUNT OF PAYMENT] ¥21,000

[ITEMS OF FILING DOCUMENTS]

[DOCUMENT NAME] Specification 1

[DOCUMENT NAME] Drawing 1

[DOCUMENT NAME] Abstract 1

[NUMBER OF GENERAL POWER OF ATTORNEY] 9501005

[PROOF] Yes

[Title of document] Specification

[Title of the invention] METHOD AND APPARATUS OF
PRODUCING ELECTROLYZED WATER

[Claims]

[Claim 1] A method of producing electrolyzed water containing ozone by using an apparatus for producing electrolyzed water from a liquid, wherein:

the apparatus comprises a flow passage defined between and along two plate electrodes located close to each other, a direct current power source for applying a direct current voltage across the two plate electrodes and a control circuit for changing a polarity of the plate electrodes alternately;

the method comprising the step of setting an interval of time T for changing the polarity within a range of time as defined by a formula (10) below:

$$0.5 \text{ (sec)} \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

wherein;

V: Velocity of flow of the liquid in the flow passage (cm/sec.),
and

L: Length of the electrodes as measured in the direction of flow of the liquid (cm).

[Claim 2] The method according to claim 1, wherein the time T is set between 0.5 and 60 seconds.

[Claim 3] An apparatus for producing electrolyzed water from a liquid;

the apparatus comprising:

an electrolytic cell;

an inlet means for allowing a liquid forced into the cell to flow through;

a first electrode plate placed in the electrolytic cell;
a second electrode plate placed in the electrolytic cell and facing the first electrode plate;
a direct current power source for applying a direct current voltage to the first and second electrode plates so as to produce a potential difference therebetween;
a control circuit for changing a polarity of the electrode plates alternately; and

an outlet pipe through which electrolyzed water produced in the electrolytic cell is let out of the cell;

wherein: the first electrode plate is close to the second electrode plate and the two plates define a flow passage between and along the electrode plates, and

an interval of time T for changing the polarity of the electrode plates can be set between 0.5 and 60 seconds.

[Claim 4] The apparatus according to claim 3, wherein one of the electrodes is a perforated electrode plate having a plurality of through openings, while the other is a non-perforated one not having any such opening.

[Claim 5] An apparatus for producing electrolyzed water from a liquid;

the apparatus comprising:

an electrolytic cell;

an inlet means for allowing a liquid forced into the cell to flow through;

a first electrode plate placed in the cell;

a second electrode plate placed in the cell and facing the first electrode plate;

a direct current power source for applying a direct current voltage to the first and second electrode plates so as to produce a potential difference therebetween;

a control circuit for changing a polarity of the electrode plates alternately; and

an outlet pipe through which electrolyzed water produced in the cell is let out of the cell;

wherein: the first electrode plate is close to the second electrode plate and the two plates define a flow passage between and along the electrode plates, and

each of the electrode plates has non-perforated and perforated portions appearing alternately in the direction of flow of the liquid, the non-perforated portions of one of the electrode plates face the perforated portions of the other.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

This invention relates to the production of electrolyzed water having cleansing and sterilizing effects.

[0002]

[Prior Art]

Attention has recently been drawn to electrolyzed water as cleansing water. For example, the production apparatus according to Japanese Patent Application Laid-Open No. 317414/2000 is such that a cathode plate having a large number of openings and an anode plate having no opening face each other, and water is caused to flow along the two electrode plates. As a result, there is produced electrolyzed water having a cleansing effect.

[0003]

On the other hand, the apparatus according to Japanese Patent Application Laid-Open No. 277385/1994 is such that the anode and cathode form therebetween a long labyrinthine flow passage along which water is caused to flow. As a result, there is produced electrolyzed water having a sterilizing effect, as ozone is generated when electrolyzed water is produced.

[0004]

[Problems to be solved by the Invention]

According to these prior arts, however, it is difficult to raise the concentration of ozone, since ozone is generated only accidentally.

It is, therefore, an object of this invention to provide a method and an apparatus of producing electrolyzed water having a cleansing effect and a high ozone concentration.

[0005]

[Means for solving the problems]

The object is attained by a method in which an apparatus for producing electrolyzed water from a liquid is used for producing electrolyzed water containing ozone, the apparatus having a flow passage formed between and along two plate electrodes located close to each other, a direct current power source for applying a direct current voltage across the two plate electrodes and a control circuit for changing a polarity of the plate electrodes alternately, the intervals of time T for changing their polarity being set within the range of time as defined by a formula (10) below:

$$0.5 \text{ (sec)} \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

where V: the velocity (cm/sec) of flow of a liquid in the flow

passage; and

L: the length (cm) of the plate electrodes in the direction of flow of the liquid.

[0006]

On the other hand, an apparatus of the first invention is an apparatus for producing electrolyzed water from a liquid, which has an electrolytic cell, an inlet means for allowing a liquid forced into the cell to flow through, a first electrode plate placed in the electrolytic cell, a second electrode plate placed in the electrolytic cell and facing the first electrode plate, a D.C. power source for applying a D.C. voltage to the first and second electrode plates so as to produce a potential difference therebetween, a control circuit for changing the polarity of the plate electrodes alternately, and an outlet pipe through which electrolyzed water produced in the electrolytic cell is let out of the cell, wherein the first electrode plate is close to the second electrode plate and the two plates define a flow passage between and along the electrode plates, and the intervals of time T for changing their polarity can be set between 0.5 and 60 seconds.

[0007]

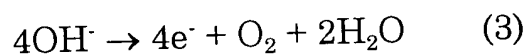
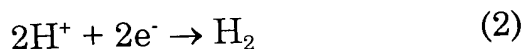
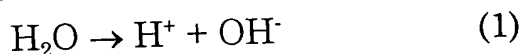
In this invention, the "plate electrode" means not only a non-perforated electrode plate not having any through opening allowing a liquid to flow therethrough, or a perforated electrode plate having a large number of through openings allowing a liquid to flow therethrough, but also a metal net, or the like.

[0008]

It is said that water molecules form a cluster (aggregation of molecules formed by aggregating molecules) by hydrogen bonding

which behave like a macromolecule. The electrolysis of water, however, forms oxygen gas, hydrogen gas and new water molecules as a result of chemical reactions shown by formulas (1) to (3) below.

[0009]



[0010]

These chemical changes destroy the clusters. As a result, water decreases its surface tension and increases its surface activity and thereby its diffusion through contaminant substances. Electrolyzed water contains fine bubbles, as of hydrogen and oxygen gases, etc. and owing to cavitation (an infinite number of fine and nearly vacuum cavities formed about the bubbles and producing an impact force when they are broken), the water facilitates the separation of contaminant substances from the material to be washed.

It has been confirmed that the electrolysis of city water lowers its surface tension from 0.0722 N/m to about 0.0716 N/m.

[0011]

According to this invention, water or an aqueous solution is used as raw water (liquid). As raw water is required to be electrically conductive and contain ions in order to realize the chemical reactions according to formulas (1) to (3), city or well water is usually used as "water", though pure (or distilled) water or ion exchange water can also be used. An aqueous solution may contain salt, or citric acid.

[0012]

The amount of water which can be electrolyzed is proportional to the amount of an electric current flowing to the electrodes. It is, therefore, necessary to raise the amount of the current as far as possible to perform electrolysis powerfully. According to this invention, the electrodes have a reduced distance therebetween to receive an increased current without relying upon the application of a very high voltage. The distance between the electrodes is usually required not to exceed 3.0 mm and is preferably from about 0.5 to 2.0 mm. In this connection, it is desirable to employ a plurality of electrode units to obtain a large total electrode surface area.

[0013]

The first electrode plate and second electrode plate are so disposed as to extend substantially in parallel to each other and face each other to thereby have a substantially uniform distance therebetween, so that the surface of electrode plates may contribute to electrolysis uniformly.

The "facing" each other of the electrode plates means that there is no diaphragm therebetween.

[0014]

The reduced distance between the electrodes makes it difficult for water to flow into the space therebetween. According to this invention, therefore, it is preferable that one of the electrode plates has a multiplicity of through holes which make it easy for water to flow into the passage between the electrodes. Moreover, it is preferable that deflecting means is provided for directing raw water toward the holes of the perforated electrode plate so that it may flow into the passage between the electrodes. The deflecting

means is preferably defined by a multiplicity of nozzles formed in the inlet pipe.

[0015]

Water entering the flow passage between the two electrode plates flows therethrough with bubbles and flows out through other holes and the top clearance between the two electrode plates. Therefore, the two electrode plates are preferably disposed not horizontally, but along a vertical or inclined plane to facilitate the flow of the water containing bubbles therebetween.

[0016]

The electrolysis of water produces fine bubbles of hydrogen and oxygen gases. These bubbles serve as nuclei for an infinite number of fine and nearly vacuum cavities which produce an impact force when they are broken. This phenomenon is called cavitation, and the energy which is produced when the bubbles are broken exhibits an effective washing action.

It is sufficient for water to have an ozone concentration of about 1 mg per liter for sterilization. It is generally said that *Escherichia coli*, virus or spore bearing bacterium are 99% inactivated in about a minute in water having an ozone concentration of 0.01 mg, 1 mg or 2 mg, respectively, per liter. At such a level of concentration in water, ozone has only a very low oxidizing power and does not present any problem of rusting the apparatus for producing electrolyzed water, piping, etc.

[0017]

It is presumed that if water is electrolyzed by using a non-perforated electrode plate and a perforated electrode plate and reversing the polarity of the electrode plates, the generation of

ozone gas is facilitated by the phenomena which will now be described.

[0018]

If the potential of the non-perforated electrode plate is raised, OH radicals are formed on the surface of the electrode plate to produce oxygen atoms, and the combination of such oxygen atoms forms oxygen molecules, as a result of the chemical reactions represented by formulas (4) and (5) below:



[0019]

In other words, an oxygen molecule (oxygen gas) is produced as shown by the chemical reaction formula (3) before. The oxygen molecules produced on the surface of the non-perforated electrode plate flow toward the through openings of the perforated electrode plate to leave the narrow flow passage between the electrodes with water, and show a high concentration in the vicinity of the openings of the perforated electrode plate.

[0020]

If under these circumstances, the potentials of the electrode plates are reversed (alternated) so that the potential of the perforated electrode plate may be raised, OH radicals are formed on the perforated electrode plate to produce oxygen atoms. Oxygen molecules are produced on the perforated electrode plate in accordance with the chemical reaction formula (5), and show a still higher concentration in the vicinity of its through openings, since oxygen molecules are already concentrated there as stated above. It is, therefore, presumed that it may be easier for oxygen atoms to

combine directly with oxygen molecules, thereby the probability of the generation of ozone may be higher, as shown by formula (6) below:



It is, thus, considered that a high concentration of ozone (O_3) can be obtained if the polarity of the non-perforated electrode plate and that of the perforated one are changed and alternated at appropriate intervals of time.

[0021]

Instead of alternating the potentials of the electrode plates as stated above, there is no necessity of alternating the potentials of the electrode plates if the electrode plates vary in form from non-perforated to perforated and from perforated to non-perforated along the flow passage of water.

[0022]

Thus, an apparatus of the second invention is an apparatus for producing electrolyzed water from a liquid, which has an electrolytic cell, an inlet means for allowing a liquid forced into the cell to flow through, a first electrode plate placed in the electrolytic cell, a second electrode plate placed in the electrolytic cell and facing the first electrode plate, a D.C. power source for applying a D.C. voltage to the first and second electrode plates so as to produce a potential difference therebetween, and an outlet pipe through which electrolyzed water produced in the electrolytic cell is let out of the cell, wherein the first electrode plate is close to the second electrode plate and the two plates define a flow passage between and along the electrode plates, and each of the two plate electrodes has non-perforated and perforated portions formed alternately and in such a

way that each non-perforated portion of one electrode faces a perforated portion of the other.

[0023]

By the way, it is considered that a small amount of ozone is generated even by electrolyzing water without changing the potential applied between the electrode plates, as stated before in connection with the prior art. In that case, however, the gradual deposition of scales of hydroxides composed of calcium, magnesium, etc. on the cathode plate gradually makes the flow of an electric current difficult and brings about a lowering in the efficiency of electrolysis resulting eventually in the generation of hardly any ozone.

[0024]

Because their polarity is changed before any scale is deposited on the electrodes, if the time to wait for each change of polarity is shorter than a certain level, it is presumed that the generation of ozone is facilitated to some extent even without any through opening, that is, by applying a D.C. voltage to two non-perforated electrode plates and alternating their polarity. It is also presumed that the generation of ozone is likewise facilitated by applying a D.C. voltage to two perforated electrode plates in an alternating way.

[0025]

[Preferred embodiments of the invention]

The embodiments of this invention will now be described with reference to the drawings.

Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3 show an apparatus for the production of electrolyzed water according to the first embodiment.

An electrolytic cell 1 is provided therein with a pair of electrode units U. Each electrode unit U has a non-perforated (or first) electrode plate 2 and two perforated (or second) electrode plates 4 each having a large number of through openings 5. The perforated electrode plates 4 are so mounted as to face the two sides, respectively, of the non-perforated electrode plate 2 and form a certain clearance Δ therebetween. Inlet pipes 20 are connected into the electrolytic cell 1 through its bottom so as to face the perforated electrode plates 4. Moreover, an inlet pipe 21 having an open top is mounted at the bottom of the electrolytic cell 1. An outlet pipe 22 is mounted at the top of the electrolytic cell 1 for letting out electrolyzed water produced therein.

[0026]

The inlet pipes 20 have a large number of nozzles 8 formed for jetting out water against the surfaces of the perforated electrode plates 4, and if water is forced into the electrolytic cell 1 through the inlet pipes 20 and 21, it is discharged toward the perforated electrode plates 4 through the top of the inlet pipe 21 and the nozzles 8. This discharged water passes through openings 5 into the spaces between the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4. The inflowing water passes through the flow passages 6 each formed to have the clearance Δ and flows up along the electrode plates 2 and 4, or out through other through openings 5.

The inlet pipes 20 are closed at their tops.

[0027]

Description will now be made of the construction of each electrode unit U shown in Fig. 2.

A plurality of first insulating spacers 21 are interposed between the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4, as shown in Fig. 3. A plurality of elongate second insulating spacers 28 are disposed between the pair of electrode units U, U, and the electrode plates 2 and 4 are held together by a plurality of insulating bolts 23 so as to maintain a certain distance therebetween. The perforated electrode plates 4 are secured to a second electrode connecting rod 27 by a conductive bolt 26 via a conductive spacer 25. The non-perforated electrode plate 2 is secured to a first electrode connecting rod 31 by a conductive bolt 33 with a conductive spacer 32 held therebetween.

[0028]

If a voltage is applied to the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4 when the electrolytic cell 1 is full of water and discharges water through the outlet pipe 22, water is electrolyzed to generate oxygen and hydrogen gases on the electrode plates 2 and 4. These gases rise toward the top of the electrolytic cell 1 through the through openings 5 of the perforated electrode plates 4 and the flow passages 6 and are let out through the outlet pipe 22 with electrolyzed water also produced.

[0029]

The nozzles 8 formed in the sidewall of each inlet pipe 20 preferably have a total area which is larger than the cross-sectional area of the inlet pipe 20, so that there is no difference in output pressure from one nozzle 8 to another.

It is effective to include a stirrer, such as a stirring fin, in the electrolytic cell 1 so that after discharge toward the perforated electrode plates 4 through the inlet pipes 20 and 21, water and

gases resulting from electrolysis may be mixed uniformly with raw water.

[0030]

Fig. 1(b) shows the perforated electrode plates 4 connected together and also the non-perforated electrode plates 2 connected together, so that a single power source may be used to apply a D.C. voltage. It is, however, possible that a difference in the clearance Δ between the electrode plates or their surface conditions, etc. may cause different amounts of electric current to flow through the two electrode units U. It is, therefore, preferable to provide a function which may be adjustable to ensure that substantially the same amount of electrolysis be performed in each the electrode units by connecting an independent constant-voltage power source to each electrode unit U.

[0031]

It is more preferable to use a constant-current power source instead of the constant-voltage power source to have the same amount of electrolysis performed by the electrode units, as no voltage adjustment is necessary. It is also beneficial to provide the outlet pipe 22 or the inlet pipes 20 and 21 with a flow sensor (not shown) so that a voltage may be applied to the electrode units U only when the supply of water into the electrolytic cell 1 through the inlet pipes 20 and 21 has been detected by the sensor.

[0032]

The through openings 5 of the perforated electrode plates 4 are intended for facilitating the flow of water into the flow passages 6 and allowing the resulting hydrogen and oxygen gases to leave the clearances between the electrodes. Therefore, the openings 5 may

be round, elongate, cross-shaped or square holes, or slit-like elongate openings, and the perforated electrode plates 4 may be of, for example, an expanded metal.

[0033]

Fig. 4 shows a block diagram for an electrical circuit by way of example. A D.C. power source 51 is connected to the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4 through a changeover circuit 50, as shown therein. A control circuit (microcomputer) 52 is connected to the changeover circuit 50. The control circuit 52 includes a timer 53 and is connected to a flow detecting circuit 54 and an adjuster 55.

[0034]

The adjuster 55 is intended for inputting the time T for changing the polarity of the electrodes 2 and 4 and the changeover time T set by the adjuster 55 is stored in the control circuit 52. The flow detecting circuit 54 includes a sensor 56 for detecting the amount of water flowing out of the electrolytic cell 1 (or flowing into the cell 1).

[0035]

If tap water is supplied into the electrolytic cell 1 and a flow signal is sent from the flow detecting circuit 54 to the control circuit 52, the control circuit 52 controls the changeover circuit 50 to apply plus and minus voltages to the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4, respectively. Upon passage of the set time T, the control circuit 52 causes the changeover circuit 50 to change the polarity of the applied voltages to apply minus and plus voltages to the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4, respectively. Thus, voltages of different polarity are applied

alternately to the electrode plates 2 and 4 upon passage of each set time T.

[0036]

Fig. 5(a) shows the concentration of ozone in water as actually measured by the inventor of this invention using the apparatus shown in Figs. 1 to Fig. 3.

The non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4 faced each other in an area of 100 mm wide by 200 mm long, and an electric current of 24 ampere was applied to the electrode units U by the D.C. power source 51. A constant-current power source was used as the D.C. power source 51 to ensure the flow of a constant current of 24 ampere. The electrolytic cell had a diameter of 150 mm. The flow rate of water was set at 3.5 liters per minute. A time T of 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 or 30 seconds was set for a changeover of the voltage to be applied. The results are shown in Fig. 5(a). It is obvious from Fig. 5(a) that it is necessary to set a changeover time of 2.5 to 20 seconds to obtain an ozone concentration of 0.2 mg per liter or above.

[0037]

In order to obtain a high ozone concentration, it is necessary to ensure that the oxygen molecules and oxygen atoms formed on the electrode plates 2 and 4 react with each other satisfactorily. It is presumed that the low ozone concentration at a changeover time below 2.5 seconds was due to reversing the voltages applied to the electrode plates 2 and 4 before the oxygen molecules generated on the non-perforated electrode plates 2 when the non-perforated electrode plates 2 has a potential higher than that of the perforated electrode plates 4 became satisfactorily high.

[0038]

It is, on the other hand, presumed that the low ozone concentration at a changeover time above 20 seconds was due to the discharge through the outlet pipe 22 of many oxygen molecules that did not form ozone because of the delay in changeover of the voltages applied, though the oxygen molecules generated on the non-perforated electrode plates 2 were satisfactorily high in concentration.

This apparently has something to do with the relation between the length of the electrode plates and the velocity at which water rises in the electrolytic cell 1. The oxygen molecules generated on the non-perforated electrode plates 2 rise along the flow passages 6 between the non-perforated electrode plates 2 and the perforated electrode plates 4 to leave the passages through the through openings 5 of the perforated electrode plates 4. Therefore, it is desirable to reverse the voltages applied to the electrode plates 2 and 4 when the oxygen molecules generated in satisfactory amounts on the non-perforated electrode plates 2 have reached the through openings 5 of the perforated electrode plates 4.

[0039]

If the voltages to be applied are set for making a changeover when water has risen to a half of the vertical length of the electrode plates, nearly all of the oxygen molecules generating on the lower half of the perforated electrode plates 4 in the electrode unit U will flow out of the electrode unit U during the movement of water to the upper half of the electrode unit U. Accordingly, the concentration of oxygen molecules which is essential for the generation of ozone is low, that is, ozone is generated only at a low concentration. Thus,

it is desirable to make a changeover for reversing the voltages to be applied while water is rising to no more than 1/3 of the vertical length of the electrode plates.

[0040]

In order to make a changeover for reversing the voltages applied while water is still rising to 1/3 of the vertical length of the electrode plates, or less, it is necessary to satisfy the requirements of $VT \leq L/3$ in which V (cm/sec.) is the velocity at which water rises in the electrolytic cell 1, L is the vertical length of the electrode plates and T (sec.) is the changeover time.

As $V = 0.33$ cm/sec. and $L = 20$ cm when the measurements shown in Fig. 5(a) were made, the changeover time $T \leq 20.2$ sec. can be obtained by calculation, and is nearly equal to the $T \leq 20$ sec. limit as found from the results of the measurements.

[0041]

It is also desirable that $T \geq 2.5$ sec., since a changeover time T of at least 2.5 seconds is necessary for the satisfactory generation of oxygen molecules at the non-perforated electrode plates 2 as stated previously. It is also desirable that $T \leq 20$ sec. In order to obtain a high ozone concentration by making the changeover control of the electrodes, therefore, it is desirable to satisfy both of formulas (8) and (9) below, in which V (cm/sec.) is the velocity at which water rises in the electrolytic cell 1, L is the vertical length of the electrode plates and T (sec.) is the changeover time:

$$VT \leq L/3 \quad \dots (8)$$

$$T \geq 2.5 \text{ (sec.)} \quad \dots (9)$$

Thus, it is desirable from formulas (8) and (9) that the changeover time T satisfy formula (10):

$$2.5 \text{ (sec.)} \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

[0042]

It is presumed from these results that, while a changeover time T of about 2.5 to 20 seconds is most desirable in accordance with the embodiment of this invention, it will generally be possible to obtain a higher ozone concentration at a changeover time T of about 0.5 to 60 seconds, since the ozone value obtained varies with the shapes of the flow passages and the electrode plates 2 and 4, or the velocity of flow of water. It is, however, most desirable to set a changeover time T of about 5 to 15 seconds.

[0043]

Fig. 5(b) shows the results of the test conducted by spraying three kinds of water for five minutes at a flow velocity of 3.5 liters per minute against glass on which urolith adhered uniformly, to see to what extent the urolith adhering to the glass surface could be removed. The water used for the test included the tap water from which residual chlorine had been removed, and the electrolyzed water produced by the apparatus as used for the measurements shown in Fig. 5(a). The electrolyzed water was what had been produced by applying to the non-perforated electrode plates 2 a voltage higher than the potential of the perforated electrode plates 4, or what had been produced by making a changeover every ten seconds of the potentials of the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4.

[0044]

As is obvious from Fig. 5(b), the highest cleansing efficiency for urolith removal could be obtained by using the electrolyzed water produced by making a changeover every ten seconds of the

potentials of the non-perforated and perforated electrode plates 2 and 4. This is presumably due to the oxidizing action of ozone against the urolith in addition to the cleansing effect of the electrolyzed water produced by the electrolysis of water.

[0045]

I, the inventor of this invention, also conducted a test to see the sterilizing effects of the same three kinds of water as had been used for the test of cleansing efficiency for glass on which urolith adhered described in Fig. 5(b). As tap water contained residual chlorine, the water from which the residual chlorine had been removed was used to eliminate any influence of the residual chlorine. Of course, it was also the tap water from which residual chlorine had been removed that was used in the apparatus for producing electrolyzed water. *Escherichia coli* and *Legionella* were used to verify the sterilizing effects. The *Escherichia coli* had been cultured in a culture medium of trypticase soy agar, and *Legionella* in a culture medium of a specific agar (WYO α), and bacterially contaminated water was so prepared as to contain 1,000,000 or more bacteria in 1 cc of ion-exchange water. The 1 cc of bacterially contaminated water was put in each 100 cc sample consisting respectively of tap water, electrolyzed water produced without changing the voltages applied to the electrodes and electrolyzed water produced while changing the voltages every ten seconds, and they were left to stand for five minutes after stirring. Then, the 1 cc of each sample was applied to different culture mediums. The culture of *Escherichia coli* was continued at 25°C for 96 hours, and the culture of *Legionella* at 37°C for 96 hours, whereafter the numbers of colonies were counted.

[0046]

As a result, the tap water from which residual chlorine had been removed did not show any reduction in number of bacteria, but was found to contain 1,000,000 or more bacteria. On the other hand, the electrolyzed water showed that *Escherichia coli* and *Legionella* were completely removed, and there did not remain any bacteria. Therefore, a clear sterilizing effect could be confirmed.

Thus, the apparatus of this invention can produce from common tap or well water electrolyzed water having both cleansing and sterilizing effects.

[0047]

The electrolyzed water produced in accordance with this invention can be used for cleansing a wide range of objects including the seeds of white radish sprouts for water culture, which have faced a serious problem in connection with *Escherichia coli* O157, grains, vegetables, cut vegetables, tableware or containers used in a kitchen, apparatus or instruments used in a hospital, endoscopes, devices for storing urine for analysis, linen goods, industrial parts, and toilets or their piping.

The electrolyzed water produced by the apparatus of this invention is also effective as water for immersing soybeans during the manufacture of soybean curd without allowing the growth of bacteria.

[0048]

The changeover time T does not always have to be constant, but may alternatively consist of a first and a second changeover time T_1 and T_2 differing from each other as shown in Fig. 4(b). According to this invention, a cycle of time T_w from change of the

polarity of each electrode plate to the restoration of its original polarity may be $T_w = (T_1 + T_2)$, in which case T_w is to be set between one and 120 seconds, preferably between five and 40 seconds.

Although the first embodiment as described above has used a timer for setting the time for changing the polarity of each electrode plate, it is alternatively possible in accordance with this invention not to use a constant current, but to employ means for detecting the amount of an electric current flowing through each electrode plate to control any change in polarity of the electrode plate based upon any variation occurring to the amount of the electric current as a result of the adherence of scales on the electrodes. As a further alternative, it is possible to control any change in polarity of each electrode plate based upon calculations from the amount (or velocity) of water flowing into the electrolytic cell.

[0049]

Fig. 6 shows a second embodiment of this invention.

An electrode unit U is composed of a first electrode plate 11 as the anode and a second electrode plate 12 as the cathode, as shown. Each of the first and second electrode plates 11 and 12 has non-perforated and perforated portions 40 and 41 appearing alternately along the direction of flow F. The first and second electrode plates 11 and 12 are so arranged that the non-perforated portions 40 of each electrode plate may face the perforated portions 41 of the other. According to this invention, the polarity of each electrode plate is not reversed during the main operation, but only for reverse washing.

In any other aspect of construction, it is similar to what has

been described with reference to Fig. 1, and the same reference numerals are used to denote like or equivalent parts, so that no detailed description thereof need be repeated.

[0050]

If the potential of the first electrode plate 11 is raised, oxygen molecules are formed on the surfaces of its non-perforated and perforated portions 40 and 41. The oxygen molecules forming at the non-perforated portions 40 move with water toward the through openings 5 of the perforated portions 41 as shown by two-dot chain lines. Thus, it is presumed that the oxygen molecules combine easily with the oxygen atoms occurring at the perforated portions 41 to form ozone at a high concentration.

According to the second embodiment, it is possible to obtain a high concentration of ozone without making any changeover for the electrodes, since each single electrode plate has both non-perforated and perforated portions 40 and 41.

[0051]

[Effects of the invention]

As set forth hereinabove, an apparatus, for producing electrolyzed water, of this invention electrolyzes water powerfully, and thereby destroys clusters of water to lower its surface tension and raise its surface activity. Moreover, the apparatus of this invention produces electrolyzed water which is rich in fine bubbles of hydrogen and oxygen gases, etc., and which is excellent as cleansing water owing to not only its surface activity, but also its cavitation effect, even if no detergent may be used.

Especially, according to this invention, it is possible to produce electrolyzed water to be the sterilizing and cleansing water

having not only a cleansing power but also a sterilizing power, since its ozone concentration can be raised by changing the voltages applied to the electrodes at appropriate intervals of time.

As regards the pH of the electrolyzed water which is produced, it maintains the neutral level of the original water. It does not have any chemical substance added thereto, but is environment-friendly.

Moreover, the electrolyzed water produced by the apparatus of this invention has an oxidation-reduction potential which is sufficiently lower than -100 mV to enable the rust-proofing of the cleansing apparatus and its piping.

[Brief description of the drawings]

[FIG. 1]

Fig. 1 shows an apparatus for the production of electrolyzed water according to a first embodiment of this invention, (a) is a top plan view thereof, and (b) is a front elevational view thereof.

[FIG. 2]

Fig. 2 is a perspective view of the electrode units according to the first embodiment.

[FIG. 3]

Fig. 3 is an exploded assembly view of the electrode units.

[FIG. 4]

Fig. 4(a) is a diagram showing the general layout of the apparatus according to the first embodiment, and Fig. 4(b) is a time chart showing another mode of changing polarity.

[FIG. 5]

Fig. 5(a) is a graph showing the concentration of ozone generated in water in accordance with the first embodiment, and

Fig. 5(b) is a graph showing cleansing efficiency for urolith removal.

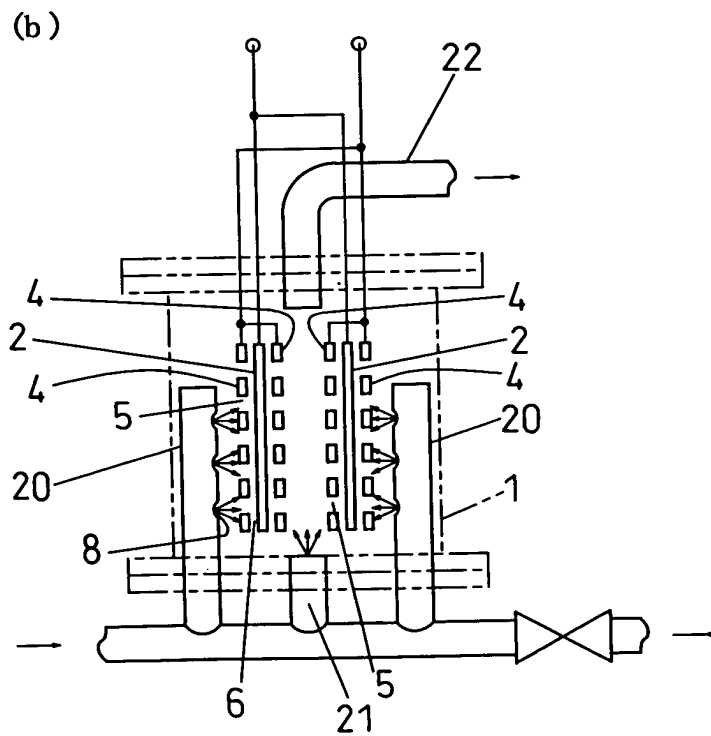
[FIG. 6]

Fig. 6 is a schematic front elevational view of an electrode unit according to a second embodiment of this invention.

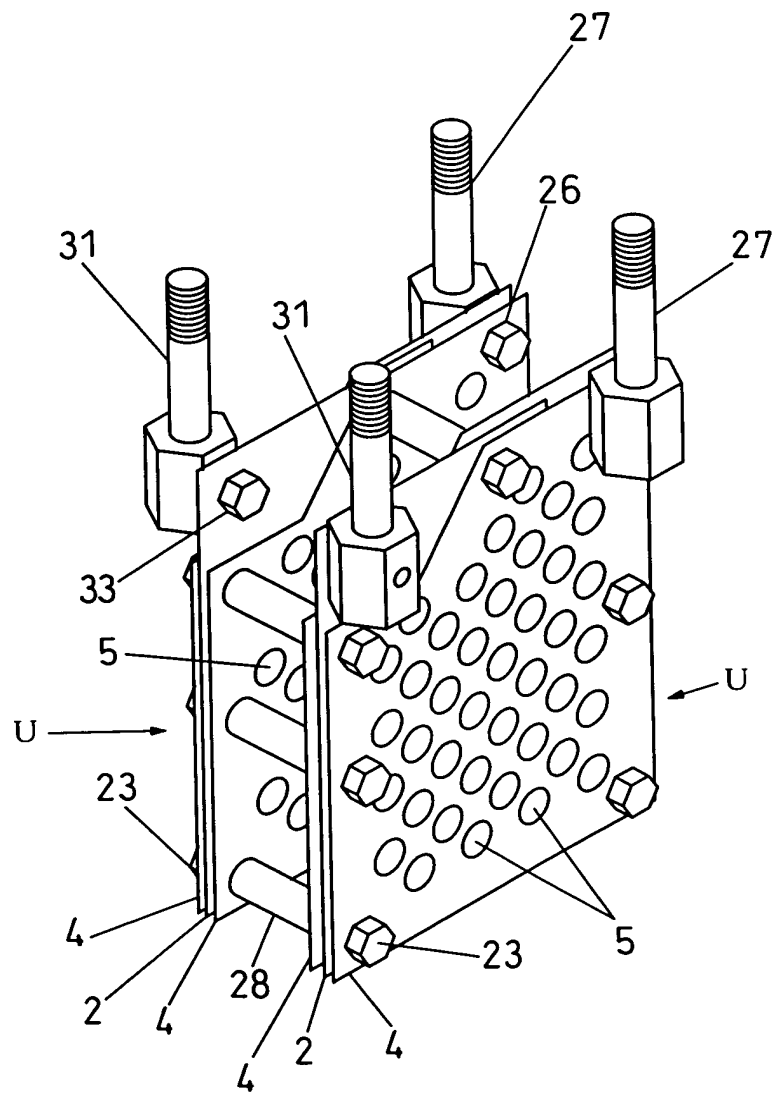
[Description of reference symbols]

- 1: Electrolytic cell
- 2: Non-perforated electrode plate (First electrode plate)
- 20, 21: Inlet pipes (Inlet means)
- 22: Outlet pipe
- 4: Perforated electrode plate (Second electrode plate)
- 40: Non-perforated portion
- 41: Perforated portion
- 5: Through openings
- 51: Direct current power source
- 52: Control circuit
- 6: Flow passage
- F: Direction of flow
- T: Time for changing

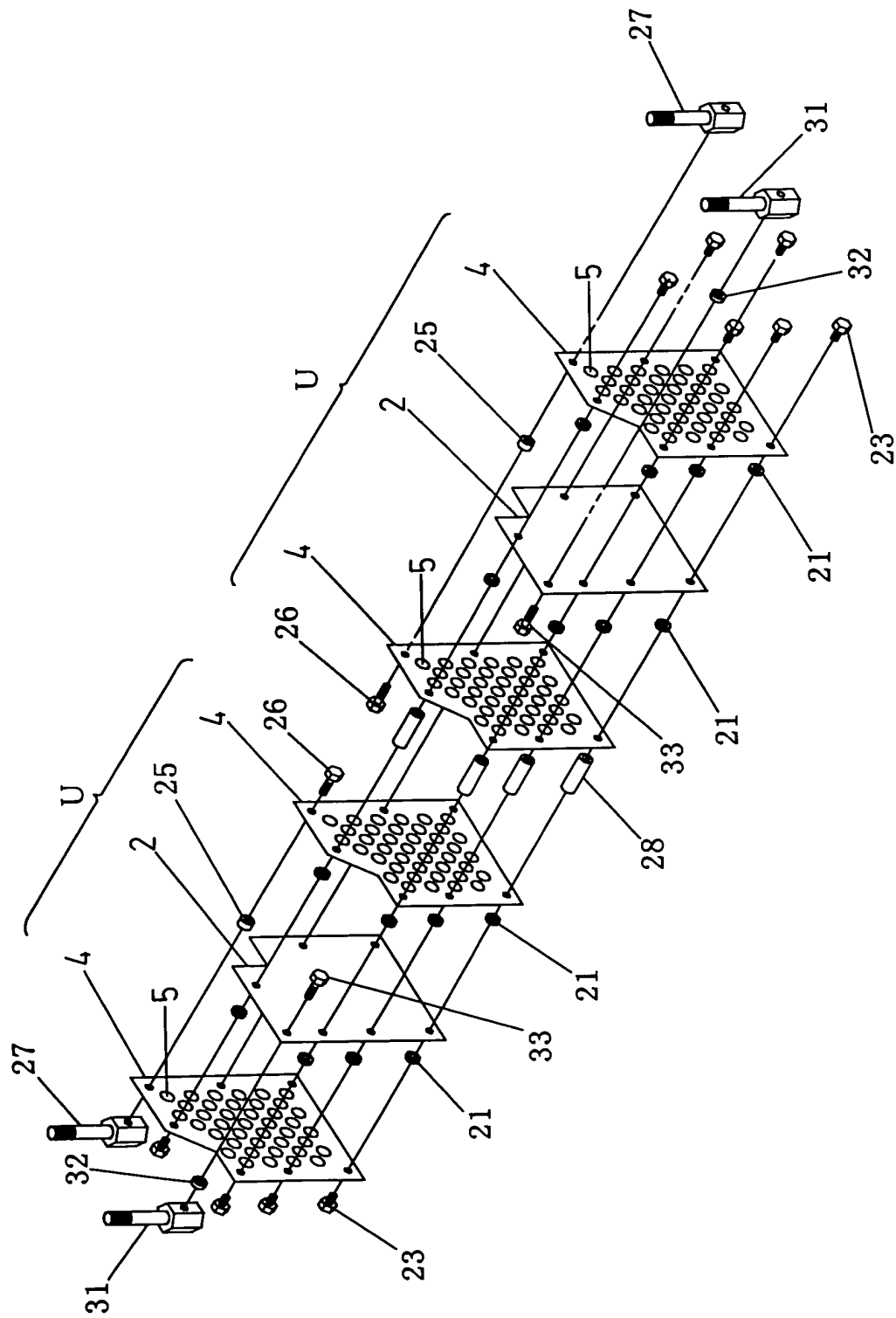
[FIG. 1]



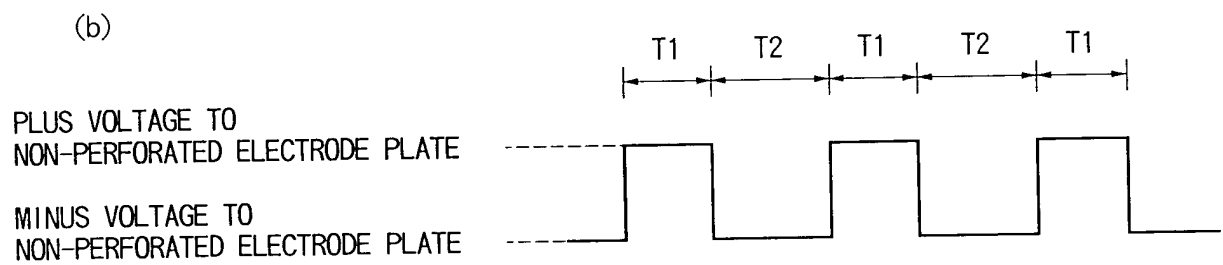
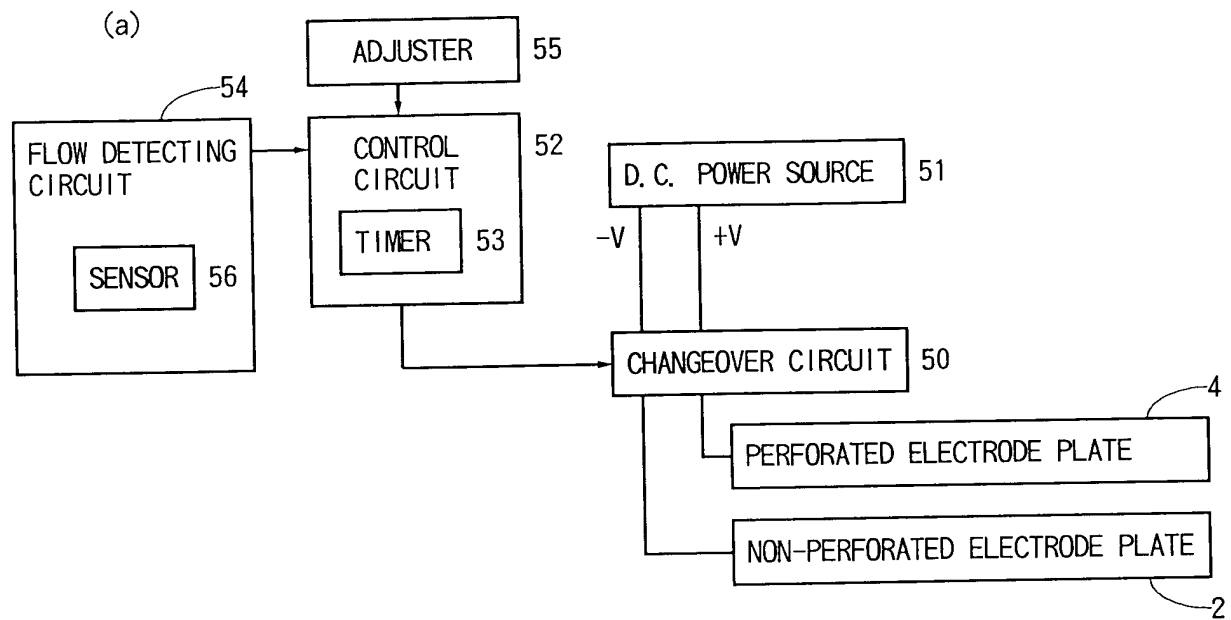
[FIG. 2]



[FIG. 3]

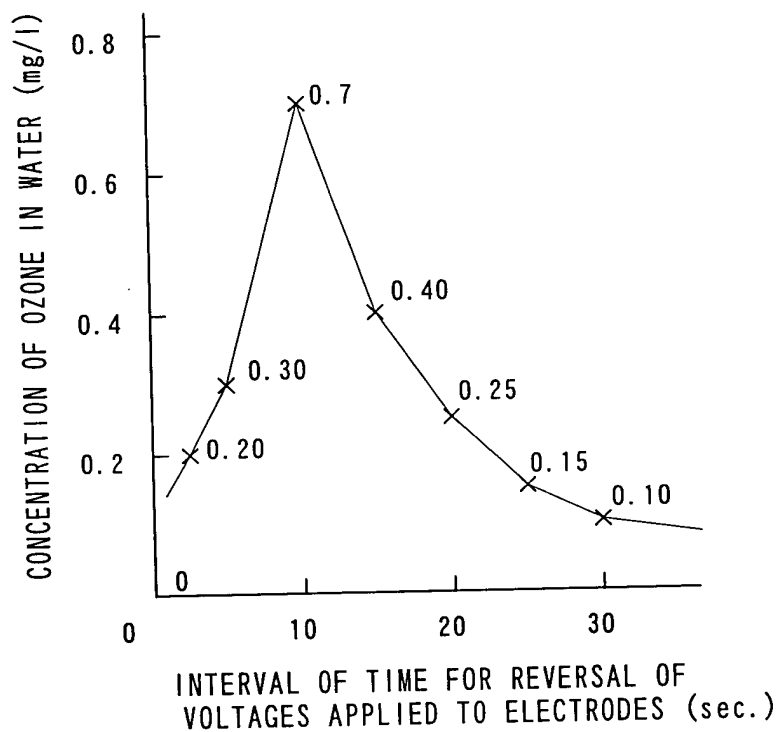


[FIG. 4]

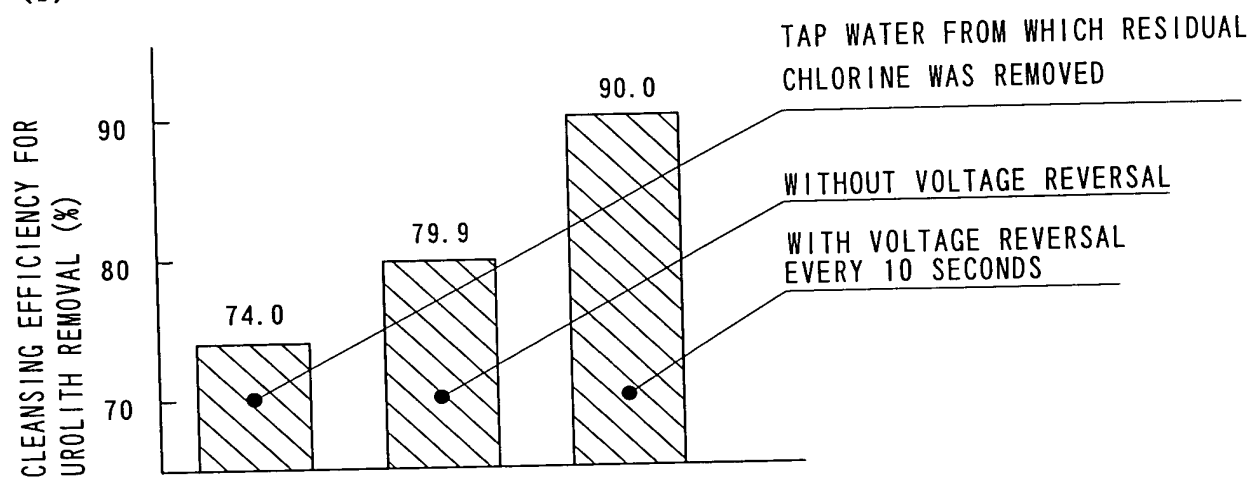


[FIG. 5]

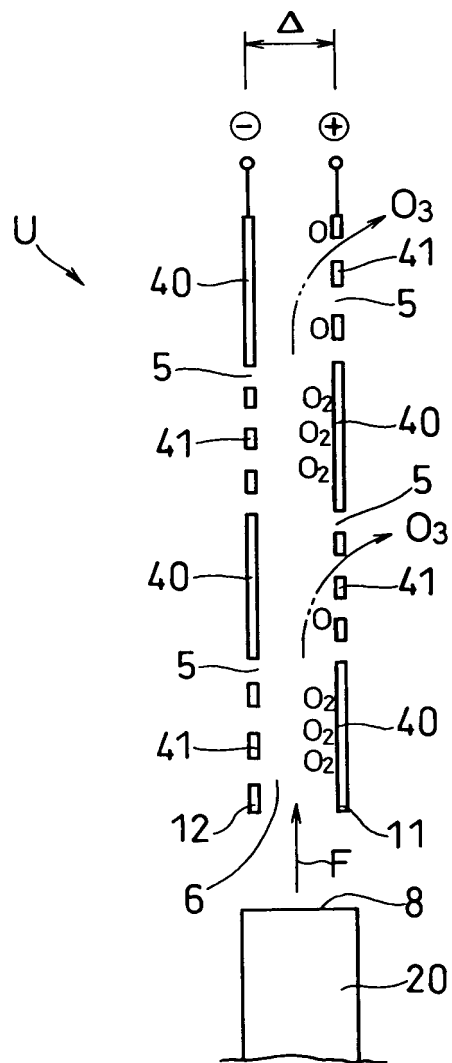
(a)



(b)



[FIG. 6]



[Title of document] Abstract

[Abstract]

[Problem to be solved] To provide a method and an apparatus of producing electrolyzed water having a cleansing effect and a high ozone concentration.

[Solving means] The method of this invention for producing electrolyzed water containing ozone employs an apparatus for producing electrolyzed water from a liquid. The apparatus has a flow passage formed between and along two plate electrodes 2 and 4 located close to each other, a direct current power source 51 for applying a direct current voltage across the two plate electrodes and a control circuit 52 for changing a polarity of the plate electrodes alternately, the intervals of time T for changing their polarity being set within the range of time as defined by a formula (10) below:

$$0.5 \text{ (sec)} \leq T \leq (1/3) \times (L/V) \quad \dots (10)$$

where V: the velocity (cm/sec) of flow of a liquid in the flow passage; and

L: the length (cm) of the plate electrodes in the direction of flow of the liquid.

[Selected Figure] FIG. 4